

Uso do software Labmeyer como ferramenta no ensino para uma aprendizagem significativa em Química Analítica

José Helano do Nascimento Lima¹, Maxwell Lima Maia²,
 Manuella Macêdo Barbosa³, Wesley Barbosa Silva⁴, Francisco Wagner de Sousa⁵

¹Graduado do curso de Lic. em Química pelo Instituto Federal do Ceará (IFCE/Brasil)

²Mestre em Química Analítica pela Universidade Federal do Ceará

Técnico e pesquisador do Instituto Federal do Ceará (IFCE/Brasil)

³Doutora em Eng. Química pela Universidade Federal do Ceará

Professora do Instituto Federal do Ceará (IFCE/Brasil)

⁴Graduando do curso em Ciências da Computação pela Universidade Federal do Ceará (UFC/Brasil)

⁵Doutor em Eng. Civil/Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Ceará

Professor do Instituto Federal do Ceará (IFCE/Brasil)



Use of the Labmeyer software as a tool in teaching for meaningful learning in Analytical Chemistry

A B S T R A C T

Informações do Artigo

Palavras-chave:

Ensino; Química Analítica; Software educacional; Aprendizagem significativa.

Key words:

Teaching; Analytical Chemistry; Educational software; Meaningful learning.

E-mail: fr.wagner@ifce.edu.br



This article presents an applied experimentation proposal associated with the use of educational software as a teaching tool to promote meaningful learning in Basic Analytical Chemistry. The methodological sequence included the presentation of the project, a diagnosis of students' prior perceptions, instruction on how to use the LabMeyer software, the practical application of the software, and the evaluation of the didactic resource. The analysis of the initial perception survey showed that 85% of the students (28 participants) had never used any type of educational software to learn Analytical Chemistry. The results obtained from the application of the software indicated that 84% of the students (16 participants) experienced a more engaging, interactive, and motivating learning process, in which practical activities became more dynamic. Within this context, applied experimentation fosters meaningful learning in Analytical Chemistry when combined with the use of educational software, serving as an alternative and a valuable ally in making high school teaching and learning more appealing and effective.

INTRODUÇÃO

A evolução da educação é indissociável do papel fundamental das tecnologias na sala de aula, visto que as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDICs) têm uma presença inegável em nossas vidas e são indispensáveis para enriquecer o processo educacional, especialmente em disciplinas complexas e muitas vezes abstratas, como a Química (AZEVEDO et al., 2021). Estudos de Pacheco e Costa (2023), Delamuta et al. (2021) evidenciam o desafio em despertar o interesse dos alunos por essas disciplinas complexas, frequentemente percebidas como informações estruturadas e precisas, porém desvinculadas da realidade.

Uma proposta para minimizar essas objeções é a integração das TDICs que em vez de serem vistas como um conjunto estático de informações, oferecem um novo horizonte para o ensino e a aprendizagem, principalmente através da aplicação de softwares educacionais (LIMA; ARAÚJO, 2021). Locatelli, Zoch e Trentin (2015), ressaltam que as TDICs, quando integradas ao ensino,

conferem uma dimensão mais significativa à aprendizagem, especialmente no caso da Química, facilitando a compreensão e aproximando os discentes da disciplina.

Essa aproximação se justifica pela forma como a utilização de softwares educacionais tem revolucionado a maneira como os conceitos químicos são compreendidos. Segundo Machado (2016), tais softwares não apenas melhoram o processo de ensino e aprendizagem, mas também expandem capacidades mentais dos estudantes, como percepção, concentração e memória. Além das vantagens citadas acima, os softwares educacionais para o ensino de química se destacam por oferecer a visualização de reações químicas e a simulação de experimentos, tornando o ensino e aprendizado mais envolvente, acessível e eficaz. Quando as TDICs são incorporadas às atividades escolares, elas não apenas incentivam a criação e pesquisa, mas também motivam os alunos desenvolvendo sua capacidade de construir conhecimento (MULINARI; PEREIRA; FIORUCCI, 2020).

Neste contexto, o presente artigo apresenta uma proposta de experimentação aplicada aliada ao uso de software educacional como ferramenta de ensino para uma aprendizagem significativa em Química Analítica Básica.



MÉTODOS TRADICIONAIS DO ENSINO DE QUÍMICA NO BRASIL

Os métodos tradicionais do ensino de química no Brasil são aqueles que se baseiam em uma abordagem expositiva e centrada no professor, com ênfase na transmissão de conteúdos e na memorização de conceitos e fórmulas. Essa abordagem convencional de ensino e aprendizagem não é adequada nem efetiva, uma vez que os estudantes apenas reproduzem o conhecimento que lhes é transmitido por imposição externa, de tal maneira que, a pedagogia tradicional prioriza mais a quantidade de conteúdo do que a promoção do pensamento crítico do aluno (PEREIRA; AZEVEDO; SOUSA, 2020).

A concepção de uma abordagem tradicional do ensino de química pode levar a um ensino fracionado, descontextualizado e pouco crítico, que não favorece uma compreensão integrada dos fenômenos químicos. O processo de instrução e aquisição de conhecimento frequentemente demanda adaptações em resposta aos diversos desafios inerentes à prática educativa (SILVA et al., 2023).

Um meio de superar essas limitações, seria incorporar novas estratégias de Ensino para tornar o processo de aprendizagem mais significativo, participativo e interativo. É através de abordagens distintas e uma perspectiva alternativa nas aulas que o aluno se sente atraído pelo assunto, pelo professor e, principalmente, desenvolve o interesse e a curiosidade pelos conceitos e conteúdo de química, assim como pela mentalidade científica (HEIDRICH; ALMEIDA; BEDIN, 2022).

Atualmente, os avanços tecnológicos nos permitem inovar na forma de transmitir o conhecimento/saber para os alunos, tais progressos possibilitam enxergar que a tecnologia está diretamente ligada à Educação. A utilização dessas ferramentas permitiu aos educadores aprenderem, a partir da necessidade de redesenhar e tornar mais dinâmica a abordagem tradicional em sala de aula, possibilitando também uma perspectiva inovadora sobre as novas abordagens educacionais (LIMA & ARAÚJO, 2021).

A IMPORTÂNCIA DAS ESTRATÉGIAS TECNOLÓGICAS NO ENSINO DE QUÍMICA

O Ensino de Química é uma área em constante evolução, e a utilização de estratégias tecnológicas tem se mostrado uma ferramenta fundamental para aprimorar a aprendizagem dos estudantes. A química, assim como outras disciplinas de pesquisa, também demanda a utilização e aplicação de tecnologias midiáticas específicas para facilitar a realização eficaz da aprendizagem científica (MACHADO, 2016).

Isso ocorre porque eles têm a possibilidade de modificar parâmetros e analisar os efeitos resultantes dessas alterações, modificando situações e condições. Essa abordagem proporciona aos alunos a oportunidade de agirem como pesquisadores, elaborando hipóteses e tomando decisões. O docente que adota uma abordagem cada vez mais tecnológica em suas aulas estabelece uma conexão mais próxima com o aluno, capturando a atenção dele, estimulando a curiosidade e ampliando o interesse (HEIDRICH; ALMEIDA; BEDIN, 2022).

Outro ponto importante é a utilização de estratégias tecnológicas para promover a aprendizagem colaborativa. As tecnologias digitais devem ser empregadas como estímulos, visto que contribuem para ampliar o repertório cultural do estudante, proporcionando oportunidades de colaboração, nas quais todos possam aprender coletivamente, abandonando a posição de meros receptores de textos multimodais e adotando uma postura mais analítica e reflexiva (AZEVEDO et al., 2014).

A utilização de estratégias tecnológicas no ensino de química pode contribuir para a melhoria da qualidade da educação, tornando o processo de aprendizagem mais dinâmico, interativo e significativo. Para Lima e Souza (2022) tais fatos permitem que os alunos reflitam criticamente sobre as tecnologias, tornando possível que eles enxerguem essas ferramentas como meios capazes de aprimorar a qualidade do processo de ensino e aprendizagem.



TECNOLOGIAS DIGITAIS DA INFORMAÇÃO E DA COMUNICAÇÃO (TDICS)

Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) são um conjunto de recursos tecnológicos que englobam uma ampla gama de tecnologias, nas quais, incluem computadores, dispositivos móveis, internet e todas as ferramentas e recursos relacionados que são usados para coletar, armazenar, processar, transmitir e compartilhar informações e comunicação digital. As tecnologias digitais emergem como ferramentas para exibir informações, com o objetivo de tornar o processo de educação e aquisição de conhecimento mais interativos, e possivelmente mais cativantes para os alunos (SOUZA; LOUREIRO; DAVID, 2023).

No contexto educacional, a incorporação de tecnologias digitais tornou-se essencial para manter o processo de ensino e aprendizagem, ao oferecer aulas mais interativas, com práticas inovadoras que incentivem o envolvimento dos alunos diante de novos desafios (ARAÚJO et al., 2023). Para se obter um ensino de excelência nas instituições escolares, é necessário que a sociedade passe por transformações profundas e significativas, que englobam condições de trabalho adequadas, competências e aptidões pertinentes, juntamente com abordagens tecnológicas que facilitem tanto o processo de ensino quanto o de aprendizagem (AZEVEDO et al., 2014).

As TDICs também podem ser utilizadas para personalizar o processo de aprendizagem, adaptando os conteúdos e estratégias de ensino às necessidades e interesses individuais dos estudantes. A adoção de tecnologia na sala de aula também viabiliza a implementação de sistemas de administração e supervisão dos processos de ensino e aprendizado. Isso possibilita que ferramentas digitais sejam empregadas para coletar e analisar dados em tempo real relativos ao desempenho dos alunos, dos professores e da instituição de ensino (SILVANY et al., 2023).

Entretanto, é importante ressaltar que a integração das TDICs na educação não deve ser vista como uma solução isolada para os problemas educacionais, é necessário que sua utilização seja integrada a uma reflexão crítica sobre a prática educacional e sobre as possibilidades e limitações das tecnologias. É importante destacar que, a fim de promover uma melhoria no processo de aprendizagem com o auxílio dessas ferramentas digitais, é fundamental realizar um planejamento específico visando atingir os objetivos pedagógicos previamente estabelecidos (LIMA; ARAÚJO, 2021).

O USO DE TDICS EM AULAS EXPERIMENTAIS

A integração das TDICs nas aulas experimentais tem se revelado uma abordagem extremamente eficaz, permitindo aos estudantes explorarem conceitos científicos de maneira mais dinâmica e interativa. É possível empregar as TDICs para coletar, apresentar e compartilhar dados, estreitando ainda mais a ligação entre a teoria e a aplicação prática (OSÓRIO; STOLL; MARTINS, 2019). Um dos principais benefícios do uso das TDICs em aulas experimentais é a capacidade de ampliar o acesso à aprendizagem. A química é reconhecida como uma ciência voltada para a experimentação, envolvendo conceitos abstratos que muitas vezes são desafiadores para os alunos compreenderem e visualizarem, fato este que levou vários estudiosos a argumentam que a aprendizagem pode ganhar maior relevância ao empregar as TDICs (LOCATELLI; ZOCH; TRENTIN, 2015). A motivação dos alunos também é favorecida pela adoção das TDICs em aulas experimentais, devido ser uma abordagem interativa e visualmente atrativa desperta o interesse dos estudantes, tornando a aprendizagem mais envolvente. Nesse cenário, é relevante ressaltar o papel dos softwares educacionais como um meio de estimular os alunos a se envolverem ativamente na busca, pesquisa e criação de novos saberes, bem como a colaboração entre pares, como uma tática para manter os estudantes na escola não apenas por dever, mas por entusiasmo (GUARDA; CUNHA; GONÇALVES, 2019).

Outra vantagem é que por meio de aplicativos e softwares específicos, os estudantes podem coletar, analisar e interpretar dados de maneira mais eficiente, melhorando assim suas habilidades de pensamento crítico e resolução de problemas. Ao incorporar esses conhecimentos adicionais, os alunos tendem a obter uma compreensão mais abrangente do mundo, o que, por sua vez, pode capacitá-los a desenvolver a autonomia e a criatividade (GUARDA; CUNHA; GONÇALVES, 2019).

No entanto, é crucial salientar que as TDICs devem ser incorporadas de forma a complementar as atividades práticas tradicionais em laboratório, pois a experimentação real desempenha um papel fundamental para o desenvolvimento de habilidades práticas, como o manuseio de equipamentos, a observação direta de reações e a interpretação de resultados. Para Mulinari, Pereira e Fiorucci (2020, p.3) “[...] É importante que se faça o uso das tecnologias de forma consciente, não basta a utilização indiscriminada e sem objetivo”.

Desse modo, a abordagem ideal consiste em conjugar de maneira inteligente a utilização das TDICs com experiências práticas em laboratório, proporcionando aos alunos uma educação completa e abrangente. Portanto, com o progresso da tecnologia, é imperativo reavaliar os métodos de ensino atualmente em uso, pois simplesmente usar tecnologias digitais na educação, muitas vezes apenas para demonstrar que a escola está alinhada com as transformações tecnológicas, não é suficiente, sendo assim, é essencial compreender esse processo como uma construção social na qual alunos e professores aprendem de forma colaborativa (SOUZA; LOUREIRO; DAVID, 2023).

EXPERIMENTOS E USO DE SOFTWARES COMO FERRAMENTA PARA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

No contexto atual, onde a tecnologia desempenha um papel fundamental em nossa sociedade, os experimentos e o uso de softwares educacionais emergem como ferramentas poderosas para promover a aprendizagem significativa. O emprego em cenários educacionais possibilita uma expansão das abordagens pedagógicas que têm o potencial de promover a formação do saber no decorrer do processo de ensino e aprendizado (FIALHO; MATOS, 2010). A aprendizagem significativa baseia-se na construção ativa do conhecimento. Essa abordagem de ensino enfoca a maneira pela qual os educadores podem auxiliar seus estudantes a adquirirem conhecimento de maneira mais eficiente, estabelecendo conexões entre o que já dominam e a assimilação de novas



informações, além de incentivar a criação de estruturas mentais (COSTA JÚNIOR et al., 2023; LOPES FERREIRA et al., 2020).

Experimentos práticos permitem que os alunos interajam diretamente com conceitos e teorias, transformando informações abstratas em experiências concretas. O ensino da Química pode ser simplificado e adquirir maior relevância para os alunos quando teoria e prática são abordadas de maneira integrada, logo, é fundamental proporcionar aos estudantes não apenas conceitos teóricos, mas também a experiência prática, como por meio de aulas experimentais contextualizadas (FORTUNA; LEITE, 2021; SILVA; EGAS, 2022).

Outra possibilidade, é o desenvolvimento de habilidades aplicáveis ao mundo real, alinhando as práticas laboratoriais com a flexibilidade que um software educacional pode fornecer, estimulando assim, o entendimento do assunto e proporcionando a retenção do conhecimento. O emprego de tecnologias digitais, particularmente a utilização de aplicativos de ensino e aprendizado acessíveis, pode desempenhar um papel importante na facilitação da compreensão desses conceitos, tornando-os mais tangíveis e concretos para os estudantes (LIMA & ARAÚJO, 2021).



Segundo Rocha, Ramos e Brasil (2019) os softwares educacionais foram desenvolvidos com a finalidade de apoiar os processos de ensino e aprendizagem, permitindo que os alunos iniciem ou melhorem seus conhecimentos, tanto em informática quanto nas áreas do saber nas quais os TDICs são incorporados. Para Euphrásio et al. (2023) As ferramentas de computação empregadas em simulações virtuais e laboratórios de acesso estão sendo utilizadas em experimentos práticos relacionados às disciplinas de engenharia e física, resultando em melhorias significativas nos resultados do processo de ensino e aprendizagem.

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Desenvolvimento do software Labmeyer

A primeira etapa do projeto foi marcada pelo desenvolvimento em laboratório de um software educacional que foi utilizado nesta pesquisa. O software educacional foi nomeado de Labmeyer, e corresponde a uma plataforma online de calculadoras químicas desenvolvida no IFCE/Campus Caucaia em 2022, no qual atua como uma ferramenta de apoio ao ensino e aprendizagem discente, complementando a teoria vista em sala de aula.

Procedimento metodológico

O presente trabalho foi realizado no curso técnico integrado em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), localizado no município de Caucaia- CE, no período de setembro a novembro de 2023 e aplicado na disciplina de Química Analítica Instrumental. O projeto foi aplicado numa turma de 4º semestre (equivalente ao 2º ano do Ensino Médio), composta por 35 discentes com idades entre 15 e 17 anos. A escolha desta turma, ocorreu em virtude de estes já terem cursado a disciplina de Química Analítica Básica e o IFCE/Caucaia oferecer um laboratório de Química bem estruturado e equipado para os propósitos desta pesquisa. O desenvolvimento da pesquisa foi realizado através de 5 etapas (A, B, C, D e E), compondo uma sequência didática como mostrado na Figura 1.



Figura 1 - Sequência metodológica didática aplicada na pesquisa.

Fonte: Autores.

Diagnóstico das percepções prévias sobre uso de softwares em Química

Nesta etapa utilizou-se um instrumento diagnóstico para avaliar o conhecimento prévio dos estudantes (Figura 2). Um questionário de percepções prévias sobre o uso de softwares no ensino de química analítica foi aplicado por meio do *Google forms*, pois este tipo de abordagem facilita tanto o acesso do aluno, quanto a obtenção e o tratamento dos dados por parte do pesquisador (VIEIRA et al., 2010). O link do formulário foi enviado através de uma rede social e o acesso somente foi permitido através do e-mail institucional dos estudantes.



Figura 2 - Diagnóstico de percepções prévias sobre o uso de softwares no ensino de química analítica. **Fonte:** Autores.

Após a avaliação prévia de conhecimento, foram realizadas aulas expositivas, onde se contextualizou, definiu e explicou com exemplos práticos como acessar e utilizar o software Labmeyer, a fim de tornar a aprendizagem significativa com a inclusão de novos conceitos e orientar os estudantes para as próximas etapas do projeto.

Descrição da atividade experimental

A atividade experimental utilizada nesta pesquisa para avaliar o uso do software Labmeyer e a aprendizagem significativa em química analítica foi baseada em duas aulas práticas de titulação potenciométricas/volumetria de neutralização. Cada estudante recebeu um roteiro da aula experimental e em seguida foi realizado uma explicação da teoria da aula-prática. Em ambas as experiências (1 e 2), empregou-se dois sistemas com dois tipos distintos de pHmetros (mPa-210/Tecnopon® e K39-0014P/KASVI®), bureta digital (RS/VITLAB®), agitador magnético (SL 91/SOLAB®), o software Labmeyer e o programa Excel® para o tratamento dos dados.

1. Titulação potenciométrica entre um ácido forte (HCl 0,111 mol/L)/base forte (NaOH 0,100 mol/L).

Nesta, os estudantes usaram um sistema de titulação potenciométrica composto por uma bureta digital + sistema de titulação + agitador magnético + eletrodo de pH + 100mL de HCl + 3 gotas de fenolftaleína 1%. Inicialmente os estudantes mediram o pH antes de iniciar a titulação. Em seguida, a cada adição de titulante (NaOH 0,100 mol/L) na solução titulada HCl (0,111 mol/L), os estudantes anotavam o volume, preenchiam uma planilha (Labmeyer e Excel) e aguardavam o pH estabilizar para prosseguir. Este procedimento foi repetido até as imediações do ponto final a titulação (PF) e após este. Posteriormente foi elaborado o gráfico da curva de titulação (pH x volume de titulante) e comparado os valores de pH medidos pelo pHmetro (Labmeyer e Excel) e analisado.

2. Titulação potenciométrica entre uma base forte (NaOH 0,100 mol/L)/ácido fraco (CH_3COOH 0,100 mol/L).

Nesta, seguiu-se o mesmo procedimento do item 1, com posterior elaboração do gráfico da curva de titulação (pH x volume de titulante), análise e discussão dos resultados conforme mostrado nas Figura 3.

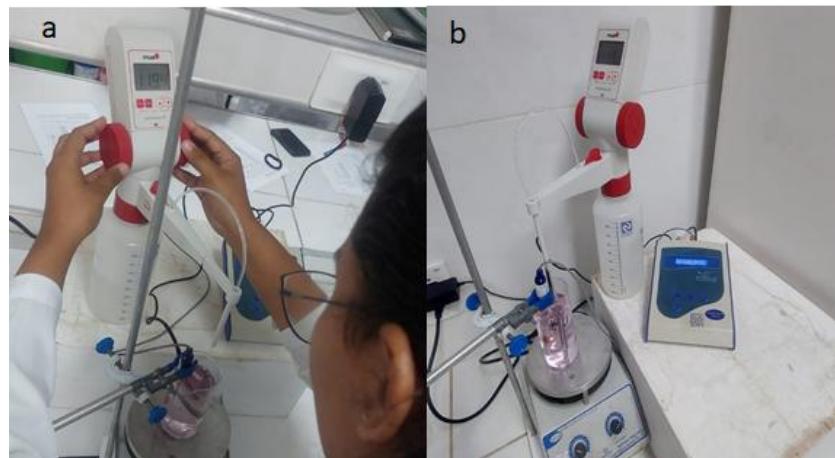


Figura 3 - Sistema de titulação potenciométrica utilizado para mostrar o uso de software Labmeyer e a aprendizagem significativa em química analítica. a) sistema de titulação potenciométrica ácido forte/base; b) sistema de titulação potenciométrica base forte/ácido fraco. **Fonte:** Autores.

Avaliação do Software Labmeyer como recurso didático

Os resultados da atividade experimental utilizada nesta pesquisa foram tabulados, discutidos e apresentados aos estudantes em sala. Em seguida foi aplicado um questionário para avaliar o software Labmeyer como recurso didático e suas percepções de aprendizagem (Figura 4).



Figura 4 - Questionário de avaliação do software Labmeyer como recurso didático no ensino de química analítica. **Fonte:** Autores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desenvolvimento do software Labmeyer

O software Labmeyer 2022, é um produto do Edital de Seleção de Projetos para Bolsas de Auxílio Formação 01/2022, desenvolvido por um estudante do curso Técnico Integrado em Química do IFCE/Campus Caucaia e com pedido de registro de programa de computadores (RPC) junto ao INPI (Nº processo 512022002747-0) com códigos de classificação AP01 (aplicativos) e FA01 (ferramenta de apoio). O software é uma plataforma online de calculadora química que pode ser acessada por qualquer dispositivo (SOUZA, et al., 2022). O software foi desenvolvido com linguagens HTML, CSS e JavaScript. Utilizando-se a tecnologia Next.js, pudemos criar um produto que navega suavemente eliminando a necessidade de recarregar a página. Sua biblioteca material UI proporciona uma interface de usuário mais atrativa e consistente. Não foi utilizado linguagens Backend e banco de dados. O software está disponível apenas no idioma português, mas alguns navegadores como o Google Chrome realizam a tradução automática para todos os idiomas (Figura 5).

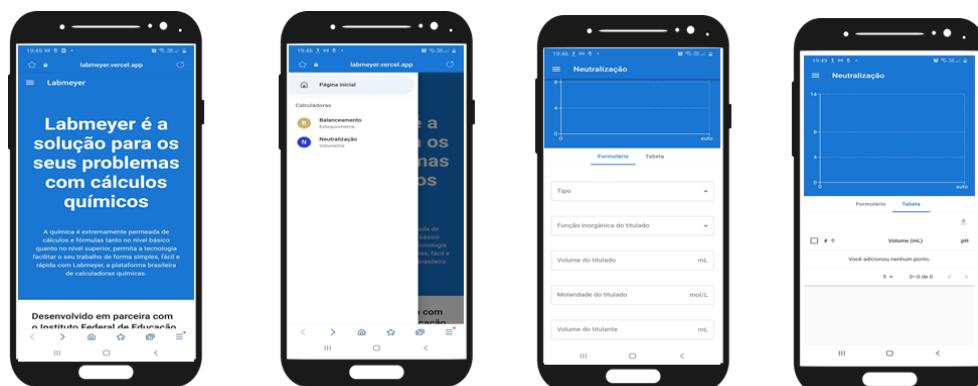


Figura 5 - Interfaces do software educacional Labmeyer 2022.
Fonte: Autores.

O software Labmeyer encontra-se disponível online no endereço eletrônico (<https://labmeyer.vercel.app/>) para o acesso de usuários. As interfaces foram desenvolvidas com o propósito de apresentar um programa de fácil entendimento e com linguagem clara e objetiva. O software apresenta uma página inicial e 2 interfaces para cálculos de química: uma para balanceamento e outra para construção de curvas de titulação (volumetria de neutralização). A interface de estequiometria é utilizada para balanceamento de reações químicas, enquanto a de curvas de titulação para construção da curva e identificação do ponto de equivalência. A literatura relata diversos trabalhos que desenvolveram e aplicaram softwares educacionais e games em Química como ferramenta de apoio ao ensino (ABDINEJAD, et al., 2021; AMARAL, et al., 2018; BAYIR, 2014; DE SOUZA et al., 2004; STANGE, 2017).

Análise do Diagnóstico das percepções prévias sobre uso de softwares no ensino de Química Analítica



A coleta dos dados de percepções prévias sobre o uso de softwares educacionais em Química Analítica foi realizada com 94% dos estudantes participantes da pesquisa (33 estudantes), de acordo com a Figura 6. Nesta, podemos verificar que 85% dos estudantes (28 participantes) nunca empregaram qualquer tipo de software educacional para aprender Química Analítica. Embora 15% dos estudantes (5 participantes) que alegaram ter usado algum software não conseguiram indicar o nome do software educacional que utilizaram. Os resultados obtidos neste estudo também apontam para uma ausência ou baixo uso de softwares educacionais, como ferramenta no ensino de Química Analítica. Na contramão destes resultados, a literatura aponta que o uso de softwares educacionais em Química atrai, motiva e encoraja os estudantes, aumenta a capacidade de compreensão e memorização de fenômenos químicos, desenvolve a interpretação de dados quali-quantitativos e desenvolve a aprendizagem autodidata (SOUZA et al., 2004; MERÇON et al., 2012).

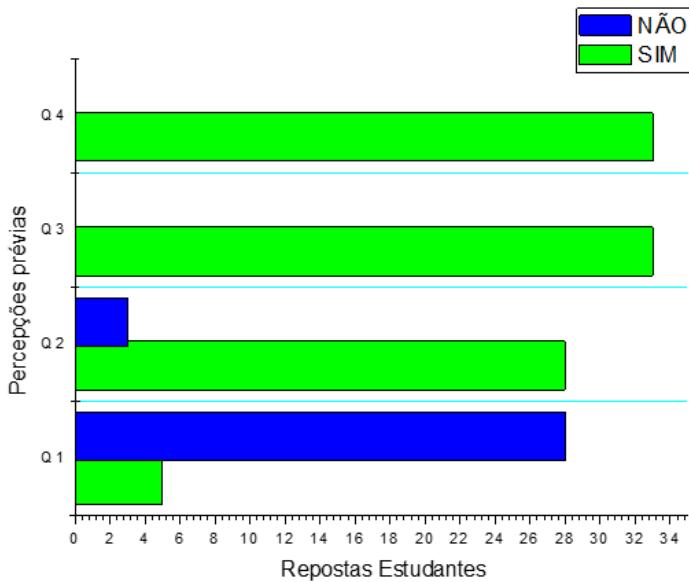


Figura 6 - Análise do Diagnóstico das percepções prévias sobre uso de softwares no ensino de Química Analítica **Fonte:** Autores.

Estruturação do conhecimento (como utilizar o software Labmeyer)

De posse dos resultados das análises de conhecimento prévio, os estudantes passaram por uma formação (2 horas/aula), permitindo a exploração das ferramentas e funcionalidades oferecidas pelo software Labmeyer (**Figura 7**). Nesta etapa foi possível ilustrar como empregar o software Labmeyer como uma ferramenta para envolver os estudantes em atividades práticas laboratoriais de química analítica, impulsionando a aprendizagem por meio da interação com um software educacional aplicado em aulas práticas laboratoriais de volumetria de neutralização. Essa abordagem visou enriquecer o processo de ensino, contribuindo para uma experiência educacional mais dinâmica e significativa. A dinâmica envolvida nessa aula expositiva permitiu que os participantes não só compreendessem as características técnicas do software Labmeyer, mas também percebessem sua utilidade e aplicação dentro do contexto educacional. Ferramentas educacionais como softwares interativos, aplicativos e jogos digitais enriquecem a dinâmica do ensino e aprendizado, visto que, esses recursos têm o potencial de despertar o pensamento crítico e a capacidade de solucionar desafios, promovendo, assim, uma aprendizagem mais relevante e envolvente (FEITOSA; PINTO, 2023; SILVA et al., 2023; FERREIRA et al., 2021).



Figura 7 - Estruturação do conhecimento (como usar o software labmeyer).

Fonte: Autores, 2024

Utilização do software Labmeyer em aulas práticas laboratoriais

Os resultados da aplicação do software Labmeyer nas aulas práticas laboratoriais tiveram um impacto positivo, pois de acordo com os relatos dos participantes, ao integrar essa ferramenta tecnológica educacional, eles puderam usufruir de uma experiência de aprendizado mais envolvente, interativa e engajadora, onde as atividades práticas se tornaram mais dinâmicas, permitindo aos estudantes explorarem conceitos complexos de forma visual e experimental (**Figura 8**). Alguns relatos obtidos foram:

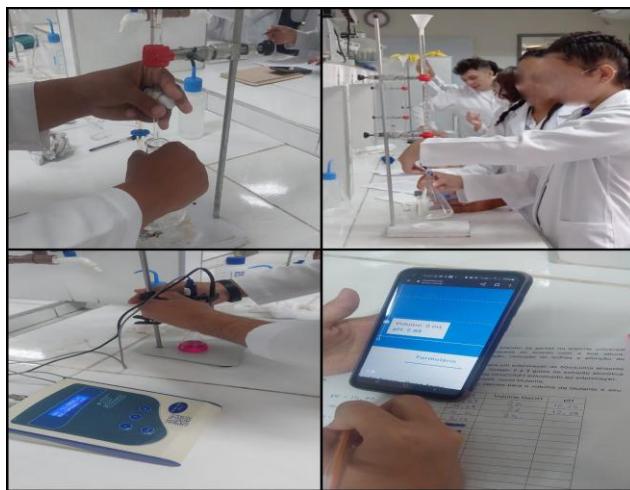
Estudante 1: “[...] Bem fácil de acessar e me permite comparar meus resultados”.

Estudante 2: “Facilita muito na criação da curva e na compreensão da sua variação”.

Estudante 3: “Ótima utilidade na forma de ensino e aprendizagem fora da sala de aula”.

Nesse contexto é válido ressaltar a pesquisa de Mulinari, Pereira, Fiorucci (2020) na qual alegam que ao examinar as respostas dos participantes, foi confirmado em consonância com o que é descrito na literatura que a incorporação das tecnologias pode aprimorar o processo de ensino, conferindo-lhe maior dinamismo e tornando as aulas mais motivantes aos estudantes. Na área da Química e em outras disciplinas, a aplicação de um software educacional e de tecnologias similares no ensino é um recurso significativo e capaz de facilitar a transmissão de informações aos estudantes, auxiliando no processo de construção do conhecimento (FERREIRA et al., 2021). Kunduz e Seçken (2013), desenvolveram e aplicaram um modelo 7E de aprendizagem assistido por

computador e materiais didáticos em titulações de precipitação. Estes verificaram que o ensino com software aumentou o nível de desempenho dos alunos em aulas experimentais muito mais do que usando apenas o método de ensino tradicional.



203

Figura 8 - Utilização do software Labmeyer em aulas práticas laboratoriais.

Fonte: Autores, 2024

Avaliação do Software Labmeyer como recurso didático

Finalizadas as etapas de sequência didática, os estudantes passaram por um momento de avaliação da percepção de aprendizagem da atividade prática como mostrado na Figura 9. De 35 estudantes participantes da pesquisa, 19 responderam ao questionário final (54%). Em contrapartida, 46% dos entrevistados (16 participantes) não enviaram as respostas do questionário. Dos estudantes que participaram 84% (16 participantes) indicaram que o software Labmeyer, os preparou de forma eficaz para práticas laboratoriais, enquanto 16% (3 participantes) responderam negativamente, talvez ou não sabiam responder (A1). Muitos destacaram a praticidade e facilidade nas construções da curva de titulação que ajudaram a melhorar o aprendizado, bem como, a facilidade de acesso do software em virtude de uma excelente interface (A2/A6). Os resultados também apontaram que 95% dos estudantes (18 participantes) atestaram que o software Labmeyer conseguiu proporcionar alguma aprendizagem significativa, assim como, motivação e interesse pela disciplina de Química Analítica (A3/A4). Além disso, os resultados analisados não indicaram nenhuma desvantagem ou limitação ao usar o software Labmeyer (A5). Trabalho similar foi verificado por Roman, Delgado e Morales (2020), estes mostraram uma avaliação positiva dos estudantes quanto ao uso do software “Socrative” como uma poderosa ferramenta digital que enriquece o processo de ensino e aprendizagem em estudos de Química e Engenharia Química. Silva et al. (2015), utilizando questionários avaliativos aos estudantes, mostrou que programas computacionais de química (ChemSketch and PhET Simulations) são ferramentas facilitadoras e ajudam a melhorar a aprendizagem de conceitos que antes eram difíceis de entender. Alhashem & Alfailakai (2023), usando softwares de Laboratórios virtuais funcionam como ambiente mediador no processo de ensino, promovendo atitudes positivas frente à aprendizagem e ampliando o engajamento dos licenciandos em atividades experimentais, inclusive em conteúdos tradicionalmente considerados abstratos, como os da Química Orgânica.

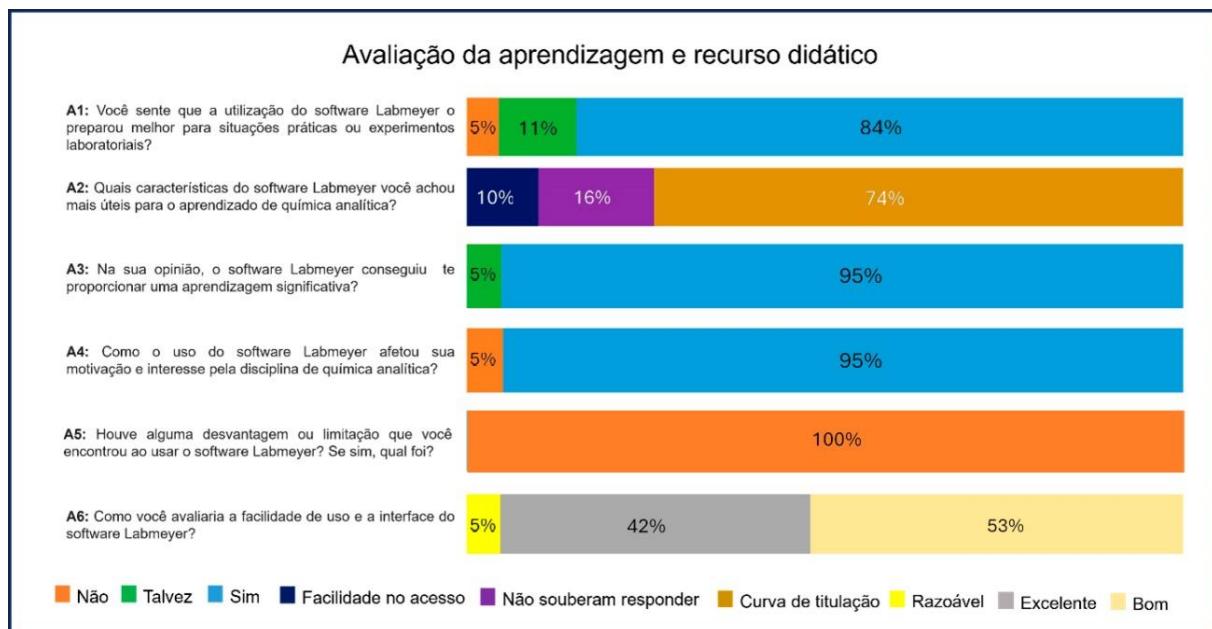


Figura 9 - Resultados da avaliação do Software Labmeyer como recurso didático no ensino de Química Analítica. **Fonte:** Autores, 2024

Experimentação, uso do software Labmeyer e aprendizagem significativa

O uso do software Labmeyer associado as aulas práticas como ferramentas potencializadoras no ensino e aprendizagem de Química Analítica se mostraram muito eficazes quanto a aprendizagem significativa. Estas, quando usadas juntas e planejadas despertaram mais facilmente a curiosidades, motivação e interesse do estudante, pois a estrutura do laboratório, aliado ao uso do software proporcionaram um aumento da compreensão dos fenômenos estudados na teoria. Segundo Ribeiro dos Santos e Bonfim (2023), na escola, a interligação entre disciplinas e tecnologia permite que os alunos enriqueçam seu conhecimento, a integração entre matérias e a tecnologia pode ajudar em tarefas mais técnicas, na resolução de problemas matemáticos e no aprimoramento do gerenciamento do tempo e das atividades de ensino. Nesta perspectiva para Ausubel, Novak e Hanesian (1983) a aprendizagem significativa envolve a expansão e reconfiguração das ideias já presentes na estrutura cognitiva do aprendiz, ou seja, a nova informação precisa se conectar de forma substancial e não arbitrária com algum conhecimento prévio ou conjunto de conhecimentos já existentes na mente do indivíduo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho mostrou que o desenvolvimento e aplicação do software educacional Labmeyer é uma ferramenta metodológica de ensino eficiente e adequada a aprendizagem significativa em Química Analítica. A experimentação aplicada no intuito de favorecer a aprendizagem significativa no ensino de Química Analítica quando associada ao uso do software mostrou-se uma ótima alternativa e uma grande aliada para tornar o ensino e a aprendizagem de estudantes do ensino médio de escolas públicas/técnicas mais atraente e eficaz. Além de ressaltar a importância de colocar os estudantes como centro do processo de ensino, os dados coletados e apresentados, serviram como referência para o diálogo sobre a construção de curvas de titulação e cálculo de pH em sala de aula. Este projeto reforça a relevância da abordagem interdisciplinar e multidisciplinar no ensino, evidenciando que a Química Analítica não deve ser compreendida como

uma ciência isolada, mas como um campo que integra saberes e contribui de forma significativa para o processo de ensino e aprendizagem. Tal perspectiva favorece a formação de estudantes com pensamento crítico, reflexivo e humanizado, ampliando a compreensão dos fenômenos científicos em contextos reais. Apesar dos resultados positivos observados é importante reconhecer algumas limitações do presente estudo como o curto período de aplicação (setembro a novembro de 2023), que não permitiu observar os efeitos de longo prazo sobre a retenção e consolidação do aprendizado. Do ponto de vista tecnológico, o Labmeyer ainda apresenta restrições quanto à ausência de banco de dados e disponibilidade apenas no idioma português, dificultando a expansão de seu uso em outros contextos. Recomenda-se, portanto, que estudos futuros considerem amostras mais amplas, períodos de aplicação prolongados e metodologias comparativas, a fim de aprofundar a compreensão sobre o impacto do uso de softwares educacionais na aprendizagem de Química Analítica.



Referências

- ABDINEJAD, M.; FERRAG, C.; QORBANI, H. S.; DALILI, S. Developing a Simple and Cost-Effective Markerless Augmented Reality Tool for Chemistry Education. *J. Chem. Educ.* 98, 1783–1788, 2021.
- ALHASHEM, F.; ALFAILAKAWI, M. Technology-enhanced learning through virtual laboratories in chemistry education. *European Journal of Educational Research*, v. 12, n. 2, p. 1029–1042, 2023.
- AMARAL, A. M.; MENDES, A. N. F.; PORTO, P. S. S. Jogo roletrando como metodologia alternativa no ensino de química. *Experiências em Ensino de Ciências*, V.13, n.1, p.225-240, 2018.
- ARAÚJO, J.; GARCIA, T.; SOBRINHO, D.; GARCIA, T. Uso das TDICs no contexto escolar: possibilidades e potencialidades. *Saberes: Revista interdisciplinar de Filosofia e Educação*, v. 23, n. 2, p. 177–195, 2023.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicología educativa**: un punto de vista cognoscitivo. México, 2. Editora Editorial Trillas, 1983.
- AZEVEDO, A.; BAFFA, A.; RAMOS, C. TICs na educação: multivisões e reflexões coletivas. *Educação & Linguagem*. v.17, n.12, p. 215 – 236, 2014.
- AZEVEDO, E. M.; MALTA, V.R.S.; DE PAULA, F.S. Produção e uso do aplicativo QUIMIOL como recurso tecnológico educacional no ensino de química. *Educação Química em ponto de vista*. v. 5, n. 2, p.160-174, 2021.
- BAYIR, E. Developing and Playing Chemistry Games To Learn about Elements, Compounds, and the Periodic Table: Elemental Periodic, Compoundic, and Groupic. *J. Chem. Educ.*, 91, 531–535, 2014.
- LIMA, M. F.; ARAÚJO, J.F.S. A utilização das tecnologias de informação e comunicação como recurso didático-pedagógico no processo de ensino-aprendizagem. *Revista Educação Pública*, v. 21, n.23, p.34-89, 2021.
- COSTA JÚNIOR, J. F.; LIMA, P. P.; ARCANJO C. F.; SOUSA, F. F.; SANTOS, M. M. O.; LEME, M. & GOMES, N. C. Um olhar pedagógico sobre a Aprendizagem Significativa de David Ausubel. *Rebena - Revista Brasileira De Ensino E Aprendizagem*. 5, 51–68, 2023.
- DELAMUTA, B. H.; NETO, J. C.; JUNIOR, S. L. S.; ASSAI, N. D. de S. O uso de aplicativos para o ensino de Química: uma revisão sistemática de literatura. *Educitec - Revista de Estudos e Pesquisas sobre Ensino Tecnológico*, v. 7, P.1-15, 2021.

EUPHRASIO, P. C. S.; HIRATA D.; FERNANDES A. M. M.; SILVA R. H. A.; MATIELI J. E. Emprego de tecnologias computacionais (Weblab) como suporte às práticas laboratoriais em curso de Medicina. **Rev. Bras. Educ. Med.** Rio de Janeiro, v. 47, n. 2, 2023.

FEITOSA, W. N. & PINTO, J. C. Software educativo para ensino e aprendizagem de Matemática e seus usos no Ensino Médio. **Rebena - Revista Brasileira De Ensino E Aprendizagem**, v.6, 437–452, 2023.

FERREIRA, W. S.; SILVA, R. B.; ANDRADE, A. S.; SOUZA, K. S.; MALTA, S. H. S. Análise da aplicação do software educacional: Avogadro como ferramenta didática no ensino de química. **IJET**. v.4, n.2 p.52 – 67, 2021.

FIALHO, N. N. & MATOS, E. L. M. A arte de envolver o aluno na aprendizagem de ciências utilizando softwares educacionais. **Educar Em Revista**. v.2, 121–136, 2010.

FIORI, R.; GOI, M. E. J. O Ensino de Química na plataforma digital em tempos de Coronavírus. **Revista Thema**. v. 18, n. ESPECIAL, p. 218–242, 2020.

FORTUNA, C.; LEITE, R. F. Atividades experimentais de química nos livros didáticos de Ciências do 9º ano do PNLD 2017. **Educação Química em ponto de vista**. v. 5, n. 2, p.11-144, 2021.

GUARDA, G.; CUNHA, L. R. R.; GONÇALVES, C. S. Uso de Aplicativos Educacionais - Experiências com Aprendizagem Criativa na Educação Básica. In: **WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA (WIE)**. Brasília. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, v. 25, p. 138-147, 2019.

HEIDRICH, R.; ALMEIDA, C.; BEDIN, E. Observações e práticas pedagógicas de química baseadas nas tecnologias digitais no ensino médio. **ENCITEC**. v.12, n.1, p. 167 – 185, 2022.

Sousa, F. W.; Silva, W. B.; Maia, M. L. Labmeyer. Instituto Federal de educação, ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE/Campus Caucaia). **Registro de programa de computador (RPC)** 512022002747-0. 15/06/2021, 11/10/2022.

KUNDUZ, N.; SEÇKEN, N. Development and Application of 7E Learning Model Based Computer-Assisted Teaching Materials on Precipitation Titrations. **Journal of Baltic Science Education**. Vol. 12, n. 6, p.784-792, 2013.

LIMA, V.; SOUZA, K. Estratégias para o ensino de química remoto: uma revisão sistemática da literatura. **Research, Society and Development**. v.11, n.9, p.784-792, 2022.

LOCATELLI, A.; ZOCH, A.; TRENTIN, M. TICs no ensino de química: um recorte do “estado da arte”. **Tecnologia na Educação**. n.12, p.1-12, 2015.

LOPES FERREIRA, F.; MAIA. M. L.; de MORAIS, S.M.P.; SOUSA, F.W. Modelagem matemática no ensino fundamental: estudo de funções 1º grau analisando contas de água e energia elétrica. **RBECM**. Passo Fundo, v. 3, n. 3, p. 890-915, ed. espec. 2020.

MACHADO, A. Uso de softwares educacionais, objetos de aprendizagem e simulações no ensino de química. **Química Nova na Escola**, v.38, n.2, p. 104 – 111, 2016.

MERÇON, F.; SOUZA, M. P.; VALADARES, C. M. S.; PEREIRA, J. A. S.; SILVA, J. A. CONCEIÇÃO, R. E. Estratégias didáticas no ensino de química. **E-Mosaicos-Revista multidisciplinar de ensino, pesquisa, extensão e cultura do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silva**. N.1, v.1, p.79-93, 2012.

MULINARI, M.; PEREIRA, A.; FIORUCCI, A. O uso das tecnologias de informação e comunicação na atuação docente dos egressos do curso de licenciatura em química da UEMS. **SABERES, revista interdisciplinar de filosofia e educação**. RN, v. 20, n. 1,p.1-19, 2020.

OSÓRIO, T.; STOLL, V.; MARTINS, M. Investigação na formação inicial: concepções sobre as TIC e a energia no curso de ciências da natureza. **Revista Insignare Scientia**. v.2, n. 2, p. 22-36, 2019.

PACHECO, A.; COSTA, H. Pressupostos de avaliação na aplicação de jogos digitais no ensino de química: uma análise a partir da revisão sistemática da literatura. **Ensaio**. Belo Horizonte, v.25, e40202, 2023.



PEREIRA, R.; AZEVEDO, M.; SOUSA, E. Método tradicional e estratégias lúdicas no ensino de biologia para alunos de escola rural do município de Santarém – PA. **Experiências em Ensino de Ciências.** v.15, n.2, p. 106 – 123, 2020.

RIBEIRO, J. S.; SOUZA, M. R.B. O uso da tecnologia e do software geogebra nas aulas de matemática do ensino fundamental II. **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar.** v. 4, n. 8, p.1-10, 2023.

ROCHA, P. S. R.; RAMOS, C. V.; BRASIL, T. A. A Utilização de Softwares no Ensino de Matemática para Ensino Fundamental e Médio. In: **CONGRESSO SOBRE TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO (CTRL+E).** Recife. Anais [...]. p. 40-49, 2019.

ROMAN, C.; DELGADO, M. A.; MORALES, M. C. Socrative, a powerful digital tool for enriching the teaching–learning process and promoting interactive learning in Chemistry and Chemical Engineering studies.

Computer Appl Eng Educ., 1–12, 2021.

SILVA, A.; EGAS, V. S. Percepção da importância do uso de atividades experimentais na aprendizagem de química de um grupo de estudantes concluintes do ensino médio em uma escola pública em Tefé/AM. **Revista Insignare Scientia.** v. 5, n. 1, p. 209-234,2022.



SILVA, F. D.; SANTOS, K. L. B.; SANTOS, L. D.; LOBATO, C. C.; COSTA, J.S.; LOPES, G. A. C.; SANTOS, C. B. R. Santos Computational Chemistry Programs as a Facilitating Tool in the Teaching and learning Process. **British Journal of Education, Society & Behavioural Science.** v.8,n2,p. 134-146, 2015.

SILVA, F. M.; SHIROMA, P. M.; SANTOS, A. M. R.; PITANGUI, C. G.; OLIVEIRA, T. R. As potencialidades dos softwares educacionais no processo de alfabetização. **Cuadernos De Educación Y Desarrollo.** v.15, n2, p. 3171–3190, 2023.

SILVA, M. L.; LIMA, I. B.; PONTES, E. A. S. Aprendizagem significativa e o uso de metodologias ativas na educação profissional e tecnológica. **OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA**, v, 21, n. 8, 9038–9050, 2023.

SILVANY, M. A.; PEREIRA, F. S.; ANTUNES, C. A.; UCHÔA, F. L. dos S.; SOUSA, D. B. de. Atividades de aprendizagem e TDICs - os desafios para o educador digital. **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar.** v. 4, n. 8, p.1-10, 2023.

SOUZA, F.W; SILVA, W.B; MAIA, M. L. Caucaia obtém os primeiros registros de programa de computador no INPI. **EXPEDIENTE REVISTA IFCE**, Fortaleza/Ce, Nº 11, março de 2023. Disponível em: : <https://www.calameo.com/read/005132292f98db1eb9dd6>. Acesso em 26/08/2023.

SOUZA, W. K. L.; LOUREIRO, R. C. & DAVID, P. B. Integração das TDICs com a docência na educação profissional e tecnológica: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Educar Mais.** 7, 202–220,2023.

SOUZA, M. P.; MERÇON, F.; SANTOS, N.; RAPELLO, C. N.; AYRES, A. C. S. Titulando 2004: um software para ensino de Química. **Química nova na escola.** n 22, p.35-37, 2004.

STANGE, S. M. Aplicação e uso do software quimsimulator na disciplina de química. **Revista on line de Política e Gestão Educacional.** Araraquara, v.21, n.esp.3, p. 1691-1702, 2017.

VIEIRA, H.C.; CASTRO, A. E.; SCHUCH JÚNIOR, V. F. O uso de questionários via e-mail em pesquisas acadêmicas sob a ótica dos respondentes. **XIII SEMEAD Seminários em administração.** v. 17, n. 1, p. 01-13, 2010.

RESUMO

O presente artigo apresenta uma proposta de experimentação aplicada associada ao uso de um software educacional como ferramenta de ensino para uma aprendizagem significativa em Química Analítica Básica. A sequência metodológica seguiu uma apresentação do projeto; diagnóstico de percepções prévias; como utilizar o software Labmeyer; aplicação do software Labmeyer e avaliação do recurso didático. A Análise do diagnóstico das percepções prévias mostrou que 85% dos estudantes (28 participantes) nunca usaram qualquer tipo de software educacional para aprender Química Analítica. Os resultados de aplicação do software indicaram que 84% dos estudantes (16 participantes) tiveram uma experiência de aprendizagem mais envolvente, interativa e motivadora, onde as atividades práticas se tornaram mais dinâmicas. Dentro desse cenário, a experimentação aplicada favorece a aprendizagem significativa no ensino de Química Analítica quando associada ao uso de um software educacional como uma alternativa e uma grande aliada para tornar o ensino e a aprendizagem de estudantes do ensino médio mais atraente e eficaz.

Palavras-chave: Ensino; Química Analítica; Software educacional; Aprendizagem significativa.



RESUMEN

El presente artículo presenta una propuesta de experimentación aplicada asociada al uso de un software educativo como herramienta de enseñanza para promover un aprendizaje significativo en Química Analítica Básica. La secuencia metodológica incluyó la presentación del proyecto, el diagnóstico de las percepciones previas de los estudiantes, la instrucción sobre el uso del software LabMeyer, la aplicación práctica del software y la evaluación del recurso didáctico. El análisis del diagnóstico inicial mostró que el 85% de los estudiantes (28 participantes) nunca habían utilizado ningún tipo de software educativo para aprender Química Analítica. Los resultados de la aplicación del software indicaron que el 84% de los estudiantes (16 participantes) experimentaron un proceso de aprendizaje más participativo, interactivo y motivador, en el cual las actividades prácticas se volvieron más dinámicas. En este contexto, la experimentación aplicada favorece el aprendizaje significativo en la enseñanza de la Química Analítica cuando se asocia con el uso de un software educativo, constituyéndose en una alternativa y una valiosa aliada para hacer que la enseñanza y el aprendizaje en la educación secundaria sean más atractivos y eficaces.

Palabras clave: Enseñando; Química Analítica; Software educativo; Aprendizaje significativo.